# わが国におけるナノテク事業化の現状と課題

奈良先端科学技術大学院大学
桐畑哲也

# 目次

# 1 ナノテク事業化への期待

## 官民共に高い期待感を表明

- ナノテクノロジー・材料分野を「国際市場で競争力を有する将来の日本の主要産業に育てていく事が重要であると指摘すると共に、ナノテク関連産業の国内市場規模は、2010 年には20-26兆円に達すると予測
（内閣府経済財政諮問会議(2002)、p.2 ）
- ナノテクノロジーに関する優れた研究成果を発掘し、
産業につなげていくための取組みが重要(日本経済団体連合会(2002))

## わが国でナノテクが注目される要因

①基盤技術であるが故に広範な分野で次世代の産業や社会に大きな影響
（経済団体連合会（2000））
②基礎研究分野において、我が国が国際的に見て比較優位にあるとの認識
③我が国の製造業が中国、韓国等の台頭で、高付加価値の製品を指向

# 2 先端科学技術事業化におけるデスバレー

# 2.1 デスバレー現象とその要因

## デスバレー現象

「優れた先端科学技術を十分に事業化へ繋げる事が出来ない状態」

## デスバレー現象とその要因に関する先行研究

- 「米国は科学における活動領域では卓越しており、新発見の数で右に出る国はない。にもかかわらず米国企業はこうした発明、発見を基礎として事業展開を図る点で海外企業に遅れをとっている（pp.67-68）」（Dertouzos, Michael L., Robert M. Solow, and Robert Lester (1989)）

- 米国企業が優れた科学技術を十分に事業化へと繋げられていない
(Tassey(1999), Ehlers(1998)）

- デスバレー現象について「資金、研究、情報・信頼の3つの基本的な相互に関係のあるギャップを包含するものとして考える事が出来る(p.11)」
(Branscomb and Auerswald（2001））

# 2.2 事業化段階の分類と注目すべき製品開発段階

## ■デスバレー現象の事業化段階毎の調査の必要性

適正な科学技術政策立案のためには「どの分野にどのような形で存在するのかのきめ細かな調査をしなければならない（p.11）」と指摘し、IT、ナノテク等対象とする先端科学技術分野毎、またそれぞれの事業化段階をきめ細かく分けて、詳細に調査する必要性を示唆（児玉(2003)）

## ■本研究発表における先端科学技術の事業化段階

基礎研究段階、製品開発段階、事業化段階の三つの段階に分類

基礎研究段階：

基礎科学を特許等に代表される技術に結実させるまでの段階

製品開発段階：

基礎研究の成果である有望技術を試作品等の製品レベルに作り込む段階

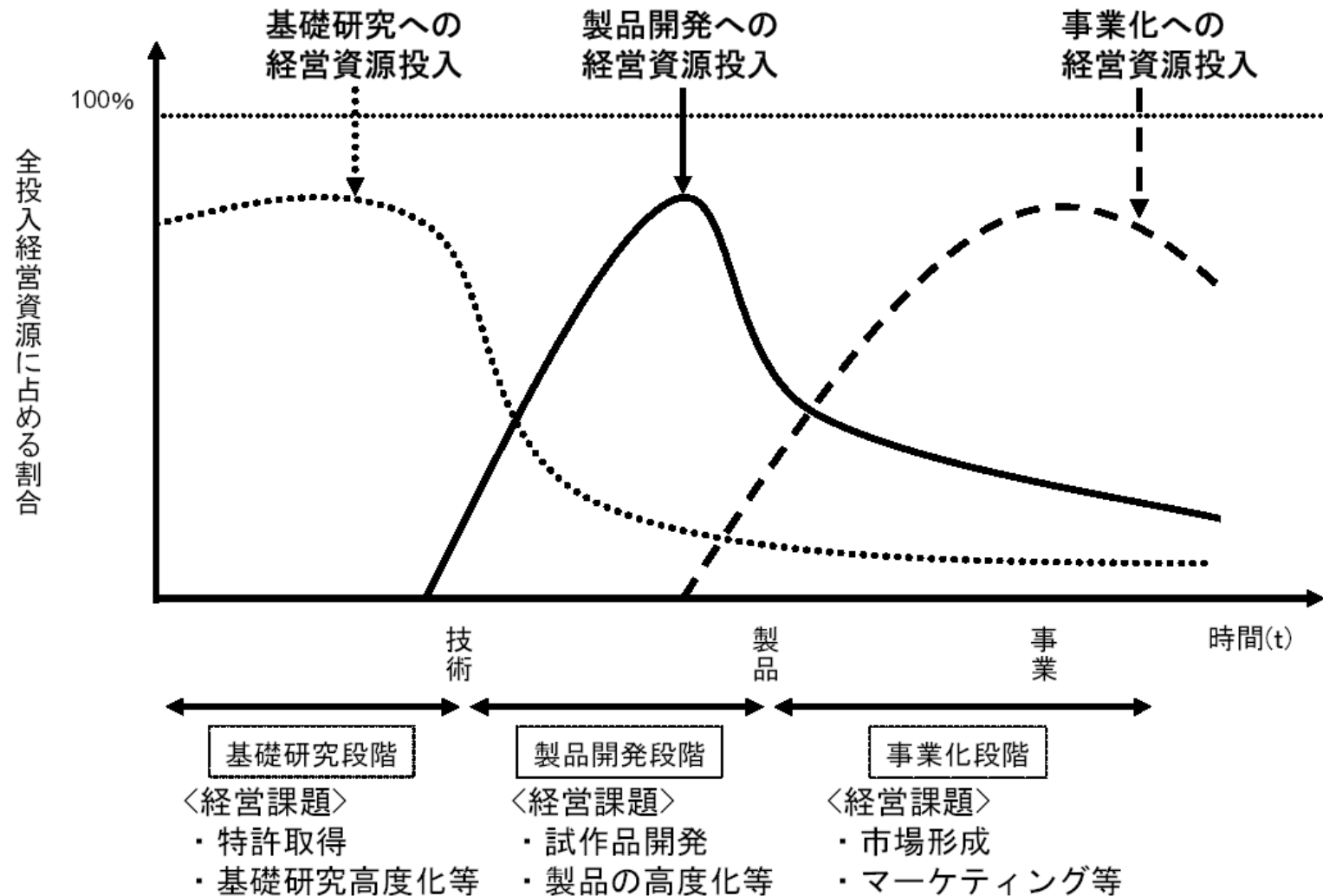
事業化段階：

出来上がった製品の販売を拡大し、一定規模の新たな市場を形成するまでの段階

# 2.2 事業化段階の分類と注目すべき製品開発段階

## ■事業化に至る段階と主要経営課題の変遷



| 〈経営課題〉 | 〈経営課題〉 | 〈経営課題〉 |
|---|---|---|
| ・特許取得 | ・試作品開発 | ・市場形成 |
| ・基礎研究高度化等 | ・製品の高度化等 | ・マーケティング等 |

# 2.2 事業化段階の分類と注目すべき製品開発段階

## 三段階におけるデスバレー現象に関する先行研究

- 基礎研究段階

  玉田、児玉、玄場(2003)は、バイオテクノロジー、ナノテク、情報通信、環境技術の四分野について日本の特許に関する調査を行い、サイエンスリンケージは「バイオテクノロジーが突出して多く、ナノテクノロジーがそれに続き、ITと環境技術は少ない（p.32）」と指摘し、バイオテクノロジーやナノテクでは、基礎研究を技術に転換する能力の欠如が、デスバレー要因となり得る事を示唆。

- 製品開発段階

  George Day and Paul Schoemaker(2000)は、製品開発段階の成功条件として「経営トップ層の継続的なサポート、既存事業からのニューベンチャーの分離、組織や戦略の柔軟性、リスクテイクや経験から学ぶ前向きな姿勢が求められる。(p.52)」と指摘した上で、この段階におけるデスバレー要因として、事業への参入の遅れ、慣れへの固執、トップの十分なコミットメントへの躊躇、持続性の欠如等を挙げる。

- 事業化段階

  Moore(1991)は、先端科学技術をベースとした製品を市場に浸透させるにあたって、Moore(1991)がキャズムと呼ぶデスバレー現象が存在すると指摘し、製品中心の価値観が、事業化段階における主要なデスバレー要因である(pp.134-135)と論じる。

## ナノテク事業化における製品開発段階の重要性

ナノテクは、バイオテクノロジーやITと比べて市場が十分に拡大しているとは言えない。ナノテク事業化に現在取り組んでいる企業においては、事業化段階以前、特に事業化に向けた製品開発段階を主要な課題としていると想定され、研究の優先順位も高い。

# 2.2 事業化段階の分類と注目すべき製品開発段階

■我が国製造業の製品開発段階に深刻なデスバレー現象が存在
（井上、二瓶、石川、船曳（2003））

技術が製品化されない事への評価

| | |
|---|---|
| ビジョンの描出や需要（市場）のコンセプト化の問題 | 65.0% |
| 人材面の問題 | 46.0% |
| 内部部門間や組織間連携の問題 | 37.0% |
| 企業文化の問題 | 30.0% |
| 資金面の問題 | 22.0% |
| 動機づけの問題 | 10.0% |
| 外部との連携の問題 | 9.0% |
| その他 | 6.0% |

出所：井上ほか（2003）複数回答

# 3 ナノテク事業化とデスバレー現象

# 3 ナノテク事業化とデスバレー現象

## ナノテクの製品開発段階に関する先行研究

Bucher, Birkenmeier, Brodbeck, Escher(2003)は、製品等に新たにナノテクを導入したスイスの20企業に対するインタビュー調査をもとに、ナノテクの製品開発が成功するためには、技術評価と技術の導入が繰り返し行われる事、トップマネージメントの参画、さらに、学際的なスタッフによるプロジェクトとして実施される事が求められる(p.162)と論じ、これらの欠如がデスバレー要因となり得る事を示唆。

## 本研究発表が実施した質問表調査
## -ナノテク製品開発段階のデスバレー現象の有無とその要因-

調査対象
(財)大阪科学技術センター・関西ナノテクノロジー推進会議の参加企業を中心に関西に主要な事業所、研究所を有しナノテク事業化に取組む企業の経営企画担当者、研究開発担当者

調査の特徴
我が国のナノテクと製造業全般との製品開発段階におけるデスバレー現象とその要因を比較調査し、ナノテクの製品開発段階における主要なデスバレー要因を明らかにした。
質問は、井上ほか(2003)が実施した製造業3626社（491社から回答）を対象とした質問表調査と全く同様の質問を一部で実施。（本調査における上場企業は、上場企業を対象として調査を実施した井上ほか（2003）の調査結果と比較が可能）

# 3.1　ナノテク製品開発段階のデスバレー現象とその要因

## ナノテクの製品開発段階において製造業同様のデスバレー現象

「研究成果がどの程度新たな製品につながっているか」

「必ずしもつながっていない」　:50.0%

「ほとんどつながっていない」　:12.5%

「全くつながっていない」　:5.7%

→製品化に課題を抱えていると答えた企業が全体の70%近く

### 製品化の状況

| | ナノテクノロジー | | | 製造業全般 |
|---|---|---|---|---|
| | | 上場 | 非上場 | |
| 確実に新たな製品 | 21.6% | 20.4% | 23.5% | 22.0% |
| 必ずしもつながっていない | **50.0%** | 53.7% | 44.1% | 50.0% |
| ほとんどつながっていない | **12.5%** | 14.8% | 8.8% | 23.0% |
| 全くつながっていない | **5.7%** | 3.7% | 8.8% | 4.0% |
| その他 | 9.1% | 7.4% | 11.8% | 1.0% |
| 無回答 | 1.1% | 0.0% | 3.0% | 0.0% |

# 3.1 ナノテク製品開発段階のデスバレー現象とその要因

## デスバレー要因

<上位>

「ビジョンの描出や需要（市場）のコンセプト化の問題」

「資金面の問題」　→井上ほか（2003）の製造業全般の割合のほぼ2倍

「外部との連携の問題」　→井上ほか（2003）の製造業全般の割合のほぼ3倍

## 技術が製品につながらない要因

| | ナノテクノロジー | | | 製造業全般 |
|---|---|---|---|---|
| | | 上場 | 非上場 | |
| ビジョンの描出や需要（市場）のコンセプト化の問題 | 58.3% | 66.7% | 42.9% | 65.0% |
| **資金面の問題** | **41.7%** | **46.2%** | **33.3%** | **22.0%** |
| 人材面の問題 | 35.0% | 25.6% | 52.4% | 46.0% |
| **外部との連携の問題** | **28.3%** | **15.4%** | **52.4%** | **9.0%** |
| 企業文化の問題 | 23.3% | 25.6% | 19.0% | 30.0% |
| 内部部門間や組織間連携の問題 | 16.7% | 20.5% | 9.5% | 37.0% |
| 動機づけの問題 | 10.0% | 7.7% | 14.3% | 10.0% |
| その他 | 6.7% | 10.3% | 0.0% | 6.0% |

複数回答

# 3.2 資金の問題–公的資金の活用を重視

## 事業の総投資額に研究開発費の占める割合

「他の事業と比較して非常に高い」「やや高い」:あわせて40%
（「やや低い」「非常に低い」を10%上回る）
→他の事業よりも事業の総投資額に占める研究開発費が高い傾向

## ナノテクの研究開発資金の調達方法

「政府、自治体からの研究開発補助金」 :62.5%
「ナノテク事業以外からの持ち出し」 :56.8%
「ナノテク事業自体の売り上げ」 :31.8%
「提携企業からの研究費」 :12.5%
「特許売却・ライセンス収入」 :12.5%（複数回答）

→ナノテク事業自体で研究開発や事業化資金をまかなえる状況にない
→政府、自治体からの研究開発補助金への期待
背景:ナノテク製品化においては高価な設備が必要とされている事等

# 3.3 外部との連携−大学・研究機関、異業種企業を重視−

## ■異業種企業との連携の状況と必要性

| | ナノテクノロジー | | | 製造業全般 |
|---|---|---|---|---|
| | | 上場 | 非上場 | |
| **作り上げている** | **8.0%** | 5.6% | 11.8% | 5.0% |
| **作り上げつつある** | **47.7%** | 55.6% | 35.3% | 31.0% |
| **あまり作ろうとしていない** | **34.1%** | 33.3% | 35.3% | 49.0% |
| 作るつもりはない | 5.7% | 3.7% | 8.8% | 8.0% |
| 無回答 | 4.5% | 1.8% | 8.8% | 7.0% |

| | ナノテクノロジー | | | 製造業全般 |
|---|---|---|---|---|
| | | 上場 | 非上場 | |
| **かなり必要だと思う** | **39.8%** | 38.9% | 41.2% | 29.0% |
| **まあ必要だと思う** | **39.8%** | 48.1% | 26.5% | 40.0% |
| あまり必要ではないと思う | 10.2% | 7.4% | 14.7% | 19.0% |
| 必要ではないと思う | 4.5% | 1.9% | 8.8% | 5.0% |
| 無回答 | 5.7% | 3.7% | 8.8% | 7.0% |

# 3.3 外部との連携–大学・研究機関、異業種企業を重視–

## 大学・研究機関との連携の状況と必要性

| | ナノテクノロジー | | | 製造業全般 |
|---|---|---|---|---|
| | | 上場 | 非上場 | |
| **作り上げている** | **29.6%** | 22.2% | 41.2% | 17.0% |
| **作り上げつつある** | **53.4%** | 64.8% | 35.3% | 45.0% |
| あまり作ろうとしていない | 10.2% | 9.3% | 11.8% | 29.0% |
| 作るつもりはない | 1.1% | 0.0% | 2.9% | 4.0% |
| 無回答 | 5.7% | 3.7% | 8.8% | 5.0% |

| | ナノテクノロジー | | | 製造業全般 |
|---|---|---|---|---|
| | | 上場 | 非上場 | |
| **かなり必要だと思う** | **58.0%** | 55.6% | 61.8% | 37.0% |
| **まあ必要だと思う** | **29.5%** | 35.2% | 20.6% | 46.0% |
| あまり必要ではないと思う | 4.5% | 3.7% | 5.9% | 11.0% |
| 必要ではないと思う | 2.3% | 0.0% | 5.9% | 2.0% |
| 無回答 | 5.7% | 5.5% | 5.8% | 4.0% |

# 3.4 ビジョンの描出・需要のコンセプト化－需要表現を重視－

## ■需要（市場ニーズ）表現

| | ナノテクノロジー | | | 製造業全般 |
|---|---|---|---|---|
| | | 上場 | 非上場 | |
| すべて表現できている | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 1.0% |
| だいたい表現できている | 18.2% | 18.5% | 17.6% | 10.0% |
| 表現できている場合とできていない場合が半々 | 40.9% | 46.3% | 32.4% | 19.0% |
| あまり表現できていない | 27.3% | 29.6% | 23.5% | 47.0% |
| まったく表現できていない | 12.5% | 5.6% | 23.5% | 22.0% |
| 無回答 | 1.1% | 0.0% | 3.0% | 1.0% |

| | ナノテクノロジー | | | 製造業全般 |
|---|---|---|---|---|
| | | 上場 | 非上場 | |
| かなり必要 | **53.4%** | 53.7% | 52.9% | 45.0% |
| まあ必要 | **38.6%** | 38.9% | 38.2% | 45.0% |
| あまり必要ではない | 4.5% | 3.7% | 5.9% | 8.0% |
| 必要ではない | 1.2% | 1.9% | 0.0% | 1.0% |
| 無回答 | 2.3% | 1.8% | 3.0% | 1.0% |

# 3.4 ビジョンの描出・需要のコンセプト化－需要表現を重視－

## ■トップダウン型技術経営と必要性

| | ナノテクノロジー | | | 製造業全般 |
|---|---|---|---|---|
| | | 上場 | 非上場 | |
| 全てにわたって実施 | 14.8% | 1.9% | 35.3% | 9.0% |
| 大きな方向性のみ | 58.0% | 66.7% | 44.1% | 72.0% |
| ほとんど実施されていない | 23.9% | 27.8% | 17.6% | 19.0% |
| 無回答 | 3.3% | 3.6% | 3.0% | 0.0% |

| | ナノテクノロジー | | | 製造業全般 |
|---|---|---|---|---|
| | | 上場 | 非上場 | |
| かなり必要 | 46.6% | 42.6% | 52.9% | 44.0% |
| まあ必要 | 36.4% | 42.6% | 26.5% | 46.0% |
| あまり必要でない | 12.5% | 9.3% | 17.6% | 8.0% |
| 必要でない | 1.1% | 1.9% | 0.0% | 1.0% |
| 無回答 | 3.4% | 3.6% | 3.0% | 1.0% |

# 3.4 ビジョンの描出・需要のコンセプト化ー需要表現を重視ー

## ■技術ロードマップの策定の有無と見直し頻度

| | ナノテクノロジー | | | 製造業全般 |
|---|---|---|---|---|
| | | 上場 | 非上場 | |
| 策定している | 39.8% | 50.0% | 23.5% | 45.0% |
| 策定していない | 59.1% | 50.0% | 73.5% | 54.0% |
| 無回答 | 1.1% | 0% | 3.0% | 1.0% |

| | ナノテクノロジー | | | 製造業全般 |
|---|---|---|---|---|
| | | 上場 | 非上場 | |
| 四半期未満に1回 | 8.6% | 3.7% | 25.0% | 3.0% |
| 四半期に1回 | 2.9% | 0.0% | 12.5% | 7.0% |
| 半年に1回 | 31.4% | 33.3% | 25.0% | 29.0% |
| 1年に1回 | 42.9% | 44.4% | 37.5% | 49.0% |
| 2年に1回 | 5.7% | 7.4% | 0.0% | 2.0% |
| 2年より長いスパンで見直し | 5.7% | 7.4% | 0.0% | 9.0% |
| 見直しは行っていない | 2.8% | 3.8% | 0.0% | 0.0% |
| 無回答 | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 1.0% |

# 4 ナノテク事業化の方向性と求められる公的支援策

## 本事例研究のまとめ

■ナノテクの製品開発段階における主要なデスバレー要因

(1)資金面
(2)外部との連携
(3)ビジョンの描出・需要のコンセプト化

■デスバレーの克服に向けて

(1)資金では公的資金の活用を重視
(2)外部との連携では大学・研究機関、異業種企業との連携を重視、
(3) ビジョンの描出・需要のコンセプト化では需要(市場ニーズ)表現を重視

# 4.1「資金面の問題」で求められる公的支援

## 科学技術関連公的資金の柔軟性向上

<米国>

資金面の問題は、米国では先端科学技術事業化の最重要課題と認識

1980年代以降、製品開発段階の資金ギャップ解消を目的に、ATPやSBIR等の中小企業を対象とした研究開発支援制度が導入

「公的資金が提供された企業に対し、当該事業以外の有望事業への資金転用を認めるべきである(Lerner(2000),p.91)」

→時間の経過と共に刻々と変化するビジネス環境に柔軟に対応しなければならない企業にとって、現状の公的資金は柔軟性が欠けているとの課題が論じられている。

<日本>

こうした公的資金の柔軟性の欠如に関しては、インタビュー調査の結果、我が国においても同様の状況が散見

→公的資金の柔軟性の向上は、ナノテク事業化において改善されるべき主要な課題の一つ。

## ナノテクベンチャーを資金面で支援するパートナー育成

<ナノテクベンチャーへのインタビュー>

ナノテクベンチャーの経営者「真に革新的なナノ技術の製品開発は10億以上の資金が必要だが、日本のベンチャーキャピタルは近視眼的で、10億円規模の資金は出せない」

・ベンチャーキャピタルや商社等ベンチャーをビジネスとして資金面で支援するパートナーの充実を求める意見

・商社にビジネスとして高額なナノテク関連装置のリース事業への参入を期待

→公的セクターにおいては、ベンチャーキャピタルや商社等ビジネスとして資金面でナノテクベンチャーを支援するパートナーの充実に向けた公的施策も必要。

# 4.2「外部との連携の問題」で求められる公的支援

## 異分野、異業種の研究開発、事業化連携促進

＜ナノテクベンチャーに対するインタビュー調査＞

「ナノテクの製品開発には、従来の協力企業以外への試作品の提供機会を通じた新たなキラーアプリケーションの発掘が重要である」

・ナノテクの製品開発には、学際的、分野横断的な取組みが必要

・従来の学問、企業グループ、業界を越えた異分野、異業種との連携が必要

→公的セクター

(1)異なる業界の企業が参加する研究開発プロジェクトを奨励優遇

(2)公的な研究施設の整備にあたっては異分野、異業種融合を優先

等の施策が求められる。

# 参考

# 取り組んでいるナノテクノロジービジネスの分野

機能材料（ナノチューブ以外）
機能材料（ナノチューブ関連）
加工関連技術
新エネルギー
プロセス・構造形成
計測・評価関連技術
ナノバイオロジー
半導体集積回路

0 10 20 30 40 50
（%）

# 取り組んでいるナノテクノロジービジネスの概要

| | (%) |
|---|---|
| ナノテクを利用して従来製品の機能向上 | 約54 |
| ナノテク製品を新たに開発 | 約44 |
| ナノテクのための支援機器等を開発 | 約19 |